



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y
ZOOLOGÍA**

**POLICULTIVO EN DOS DENSIDADES DE SIEMBRA DE *Piaractus
brachipomus* “PACO” y *Oreochromis spp.* (*O. nilótica* var. *Stirling* x *O. aureus*)
“TILAPIA HÍBRIDA” EN ESTAQUES SEMINATURALES.**

TESIS

**PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN BIOLOGIA – PESQUERÍA**

Presentada por:

Br. DAPHNE NOELIA ACOSTA RUIZ

Br. ELMER RENATO FARFÁN ARBAIZA

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE PESQUERÍA Y ZOOLOGÍA

TESIS

POLICULTIVO EN DOS DENSIDADES DE SEMBRA DE *Piaractus
brachipomus* “PACO” y *Oreochromis spp.* (*O. nilótica* var. *Stirling* x *O. aureus*)
“TILAPIA HÍBRIDA” EN ESTAQUES SEMINATURALES.

Presentada por:

Br. DAPHNE NOELIA ACOSTA RUIZ

Br. ELMER RENATO FARFÁN ARBAIZA

Dr. Wilmer Carbajal Villalta
Presidente.

Dr. Jorge Aurelio Oliva Núñez
Secretario.

MSc. María Victoria Lora Vargas
Vocal.

Dr. Segundo Juan López Cubas
Patrocinador.

LAMBAYEQUE – PERÚ

2015

DEDICATORIA

A NUESTROS QUERIDOS PADRES:

Por todo el amor y apoyo constante durante todos estos años, por todo su esfuerzo y dedicación, quienes nos inculcaron esfuerzo y superación.

A NUESTRA FAMILIA:

Por estar siempre pendientes de nuestro crecimiento profesional, por el apoyo y gran cariño que nos demuestran.

A NUESTROS MAESTROS:

Que con sus enseñanzas, son nuestro ejemplo a seguir; en especial a la profesora ***María Victoria Lora Vargas*** y el profesor ***Segundo Juan López Cubas***, por su incondicional apoyo y cariño, por ser parte importante en nuestra vida profesional y personal, por su constante dedicación como docente, y por ser ellos mismos siempre.

AGRADECIMIENTO

A *MSc. Mariúa Victoria Lora Vargas y al MSc. Segundo Juan López Cubas* ya que, gracias a su constante apoyo y dedicación se logró la culminación del presente trabajo de investigación.

Al *Señor Segundo Saldaña* por permitirnos realizar nuestro trabajo de investigación en la Piscigranja “La Tilapia”, de su propiedad.

A *Todos Aquellos Amigos*, que nos brindaron su más sincero apoyo durante el desarrollo de la presente investigación.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	vi
ABSTRAC.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
III.RESULTADOS.....	12
1.0 Crecimiento de <i>Piaractus brachipomus</i> “Paco”	12
2.0 Crecimiento de <i>Oreochromis spp</i> (<i>O. niloticus</i> var. <i>Stirling</i> x <i>O. aureus</i>) “Tilapia Híbrida”	20
3.0 Rendimiento de Producción.....	27
4.0 Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia.....	27
5.0 Mortalidad.....	32
6.0 Relación Peso-Longitud y Factor de Condición.....	32
7.0 Evaluación Económica del Experimento.....	34
7.1 Mérito Económico.....	34
7.2 Retorno por Sol Invertido.....	34
8.0 Características Físico-Químicas del Agua.....	34
8.1 Temperatura.....	34
8.2 pH.....	37
8.3 Oxígeno Disuelto.....	37
IV.DISCUSIÓN.....	39
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de *Piaractus brachypomus* “paco” y *Oreochromis spp.* (*O. niloticus* var. *Stirling* x *O. aureus*) “tilapia híbrida”, en la modalidad de policultivo. Se desarrolló el Diseño Experimental de Muestras Apareadas con dos tratamientos y dos repeticiones cada una: 4,5 peces/m² (Tratamiento A, 1 y 2) y 5 peces/m² (Tratamiento B, 1 y 2), disponiéndose de cuatro estanques seminaturales de: 112,5, 100, 150 y 192 m². El control biométrico de los peces se hizo mensualmente y para determinar si existieron diferencias significativas en el crecimiento, se aplicó el análisis de varianza y prueba de Tukey. Las propiedades físico – químicas del agua fueron controladas quincenalmente. El crecimiento del *P. brachypomus*, no fue afectado por la densidad de siembra, pero si la de *Oreochromis spp.*, aunque crecieron más en la densidad mayor: 228,65 mm y 208,8 g para *P. brachypomus* y 230,81 mm y 269,02 g para *Oreochromis spp.* Los factores de conversión alimenticia fueron bajos: 1,22 (4,5 peces/m²) y 1,01 (5 peces/m²). El mejor rendimiento de producción se obtuvo en el estanque de 5 peces/m² (12 206,45 kg/ha). El menor mérito económico (S/. 2,99) y el mayor retorno por sol invertido (S/. 1,99) se alcanzó en la densidad de 5 peces/m². Las características físico – químicas del agua fueron similares en ambos estanques de cultivo y estuvieron dentro del rango de buen crecimiento para estas especies.

Palabras Clave: Policultivo, *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*, Densidad de siembra.

ABSTRACT

This research was conducted to determine the effect of plant density on the growth of *Piaractus brachypomus* "paco" and *Oreochromis spp.* (*O. niloticus* var. *Stirling* x *O. aureus*) "hybrid tilapia" in the form of polyculture. 4.5 fish / m² (Treatment A, 1 and 2) and 5 fish / m² (Treatment B, 1 and 2), provided four semi ponds: the Experimental Design Samples Paired with two treatments and two repetitions developed to: 112.5, 100, 150 and 192 m². The biometric control fish made monthly and to determine whether there were significant differences in growth, analysis of variance and Tukey test was applied. The physico - chemical properties of the water were monitored biweekly. *P. brachypomus* growth was not affected by seeding, but if *Oreochromis spp.*, but grew in the highest density. 228.65 mm and 208.8 g for *P. brachypomus* and 230.81 mm and 269.02 g for *Oreochromis spp.* Feed conversion factors were low: 1.22 (4.5 fish / m²) and 1.01 (5 fish / m²). The best performance was obtained in the production of 5 fish pond / m² (12 206,45 kg / ha). Lower economic merit (S /. 2.99) and the highest return on invested sol (S/. 1.99) was reached in the density of 5 fishes / m². The physico - chemical characteristics of water were similar in both ponds and were within the range of good growth for these species.

Keywords: Polyculture, *P. brachypomus* and *Oreochromis spp.*, Seeding.

I. INTRODUCCIÓN

La acuicultura es una actividad productiva que viene experimentando un alto crecimiento sostenido, superior a aquellas practicadas sobre otros rubros de la producción; lo cual está relacionada con la creciente demanda de organismos de cultivo por parte de la población mundial así como al avance de las tecnologías de cultivo orientadas a la obtención de mayores y mejores producciones acuícolas. Una de estas técnicas lo constituye la realización de policultivos, es decir el cultivo de dos o más especies en el estanque de cultivo, en la línea de aprovechar al máximo el espacio y alimento disponible en el medio acuático, trayendo consigo el aumento sustancial del rendimiento de producción del recinto acuático. Para ello es indispensable una adecuada elección de las especies a utilizar en este sistema, de manera que no se produzcan interferencias negativas entre las mismas, sino por el contrario que se genere una interacción positiva, que beneficie a todas las especies así como al medio acuático de cultivo; de ahí que es fundamental el conocimiento de sus aspectos bioecológicos, en especial de su régimen alimentario y su ubicación en la columna de agua. De ahí que en esa línea de orientación, en el presente estudio se planteó la utilización de los peces: *P. brachypomus* “paco”, especie amazónica que se ubica en niveles intermedios y bajos de la columna de agua, siendo su régimen omnívoro que aprovecha el alimento disponible en el medio acuático y *Oreochromis spp* “tilapia híbrida”, pez pelágico que se ubica en el nivel superior de la columna de agua y de régimen omnívoro y filtrador.

Experiencias de policultivos con participación del paco como componente del sistema, se observa en Tafur y otros (2009), quienes, en Loreto, en policultivos de *Chaetobranchius semifasciatus* “bujurqui-tucunaré” con *P. brachypomus*, por un

lado, con *Colossoma macropomum*, por otro, y con ambas a la vez, no encontraron diferencias significativas en el crecimiento después de seis meses de cultivo, en la densidad total de 1 pez/m², alimentados con dieta de 25 % de proteína, siendo los pesos finales de 153,5; 450,4 y 434,0 g, respectivamente.

Por otro lado, en nuestro departamento López y otros (2012), en policultivo de tilapia híbrida (*O. niloticus* var. Stirling x *O. aureus*), pacotana (*Colossoma macropomum* x *P. brachypomus*) y pocoche (*Dormitator latifrons*), encontraron que el mayor rendimiento del estanque (30 m²) se logró en la densidad total de 3,20 peces/m² (2 tilapias, 6 pacotanas y 6 pocoches/m²): 19,48 kg, después de seis meses y alimentados con dieta balanceada, siendo los pesos medios de los peces de: 274,5 g; 293,2 g y 41,02 g, respectivamente.

Surgiendo la inquietud de continuar las experiencias de policultivo de paco y tilapia híbrida, haciendo variar la densidad de siembra de la primera y manteniendo fija la densidad de la segunda pero con un nivel mayor.

En virtud de estas consideraciones se ha ejecutado el presente trabajo de investigación titulado: Policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* “paco” y *Oreochromis spp.* “tilapia híbrida” (*O. niloticus* var. Stirling x *O. aureus*) en estanques seminaturales, cuyos objetivos fueron: Determinar y comparar el crecimiento de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* en policultivo intensivo en diferentes densidades y seleccionar la densidad que brinde mejor crecimiento; para lo cual se planteó el problema. ¿Cómo afecta la densidad de siembra el crecimiento de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* en la modalidad de policultivo intensivo?, formulándose la hipótesis: Si la densidad de siembra del estanque de cultivo afecta

el crecimiento de los peces en razón inversa, entonces el crecimiento de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* será mayor en la densidad de siembra menor; la misma que fue contrastada mediante el Diseño Experimental de muestras apareadas.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental del proyecto abarcó los meses marzo a julio de 2013 y se desarrolló en la Granja piscícola “La tilapia” de propiedad del Señor Segundo Saldaña, ubicada en el Centro Poblado de San Luis – distrito de Pítipo, provincia Ferreñafe, departamento de Lambayeque; a 6°27'12" LS y 79° 38' 11" LO, y una altitud de 117,00 m.s.n.m., distante 52,10 km de la ciudad de Chiclayo (Fig. 1). Para ello se acondicionaron 4 estanques seminaturales de: 112,5m² (Estanque 1A), 100m² (Estanque 2A), 150m² (Estanque 1B), y 192 m² (Estanque 2B), los cuales fueron abastecidos con agua procedente del río “La leche” (Fig. 1).

Los ejemplares de *P. brachypomus*, fueron obtenidos en la Estación Piscícola de Tarapoto, consistente en una muestra de 448 alevinos, con tallas que oscilaron entre 39 y 73 mm; los ejemplares de *Oreochromis spp.* se obtuvieron de un laboratorio particular de Moyobamba - San Martín, siendo la muestra de 2 236 alevinos de tallas entre 26 y 31 mm.

La siembra de los peces en los estanques de cultivo se hizo de manera escalonada, primero se sembró la tilapia híbrida y una semana después los alevinos de paco (Fig. 2).

Se utilizó el Diseño Experimental de muestras apareadas con dos tratamientos y dos repeticiones cada uno (Tabla 1), habiendo hecho variar la densidad poblacional en ambos tratamientos: 4,5 peces/m² (Tratamiento A: Estanques 1A y 2A) y 5 peces/m² (Tratamiento B: Estanques 1B y 2B). Las densidades de tilapia híbrida (4 peces/m²) fueron iguales en todos los estanques, mientras que las



Figura 1. Ubicación de la Granja Piscícola “La tilapia” y de los cuatro estanques seminaturales de policultivo de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*



Figura 2. Siembra de alevinos de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*.

Tabla 1. Diseño experimental, denominación de los estanques, longitudes y pesos medios de siembra y población total de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra, marzo – julio 2013.

Lt: Longitud total, Pt: peso total.

Tratamientos		<i>P. brachypomus</i>			<i>Oreochromis spp</i>			Densidad total (peces/m ²)	Población total
		Densidad (peces/m ²)	Lt (mm)	Pt (g)	Densidad (peces/m ²)	Lt (mm)	Pt (g)		
A	1A	0,50	55,20	2,54	4,00	22,20	0,28	4,50	506
	2A	0,50	55,17	2,57	4,00	22,00	0,30	4,50	450
B	1B	1,00	55,16	2,62	4,00	22,15	0,32	5,00	750
	2B	1,00	55,10	2,50	4,00	22,28	0,26	5,00	960

densidades de paco variaron: 0,5 peces/m² (Estanque 1A y 2A) y 1 pez/m² (Estanque 1B y 2B). En el Estanque 1A se sembraron 506 peces: 450 tilapias y 56 pacos, en el Estanque 2A 450 peces: 400 tilapias y 50 pacos, en el Estanque 1B

750 peces: 600 tilapias y 150 pacos, y en el Estanque 2B 960 peces: 768 tilapias y 192 pacos.

La alimentación de los peces se hizo con balanceado Puritilapia de: 45 % de proteína a razón del 20% de la biomasa durante 15 días, luego de 40 % de proteína con un índice de 8% de la biomasa hasta cumplir el primer mes, bajando a 4 % el segundo mes; el tercer mes de cultivo se suministró una dieta de 32 % de proteína a razón del 3 de la biomasa, para finalmente el cuarto y quinto suministrarle dieta de 28 % de proteína a razón de 2 y 1 % de la biomasa, respectivamente. El suministro del alimento se hizo en doble horario: 09:00 y 14:00 h, en forma proporcional.

El control biométrico se realizó mensualmente, para lo cual se utilizó un chinchorro de paño anchovetero de 10 m de largo por 1,5 m de alto, tomándose muestras homogéneas para cada especie: 10 pacos y 50 tilapias, los cuales fueron colocados en baldes plásticos con agua. Se registró la longitud total en milímetros con ictiómetro graduado y el peso total en gramos con balanza digital marca Henkel de 0,1 g de sensibilidad. (Fig. 3).

La Temperatura ambiental y superficial del agua, se registró dos veces al día: 08:00 y 17:00 h, con un termómetro protegido de 0° a 100°C. La determinación del pH del agua se realizó quincenalmente con un Potenciómetro Digital Portatil Checker (0–14), con resolución de 0,01. Asimismo, se registró el oxígeno disuelto en el agua siguiendo la metodología propuesta por Boyd and Tucker (1992).



Figura 3. Control biométrico del crecimiento de *P. brachipomus* y *Oreochromis spp.* (*O. niloticus* var. *Stirling* x *O. aureus*).

Al término del proceso de cultivo, para determinar el efecto de las repeticiones sobre el crecimiento de los peces, se aplicó el análisis de varianza (Ostle, 1994), siendo el modelo:

$$Y_{ij} = U + A_i + E_{ij}.$$

Y_{ij} : Una medición cualquiera

U : Longitud o peso medio verdadero

A_i : Efecto de las repeticiones sobre el crecimiento

E_{ij} : Error experimental.

Posteriormente se estimó el promedio en longitud y peso de cada tratamiento y se aplicó el análisis de varianza para determinar el efecto de la densidad de siembra y el tiempo sobre el crecimiento (Sokal and Rohlf, 1979):

$$Y_{ijk} = U + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} : Una medición cualquiera.

U : Longitud o peso medio verdadero.

A_i : Efecto del factor densidad de siembra sobre el crecimiento.

B_j : Efecto del factor tiempo sobre el crecimiento.

$(AB)_{ij}$: Efecto de la interacción de los dos factores sobre el crecimiento.

E_{ijk} : Error experimental.

Se plantearon las siguientes hipótesis:

H_0 : El factor repeticiones para el primer modelo y el factor densidad de siembra y tiempo para el segundo modelo, no afectan el crecimiento de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*

Ha: El factor repeticiones para el primer modelo y el factor densidad de siembra y tiempo para el segundo modelo, si afectan el crecimiento de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*

Las decisiones se tomaran de acuerdo a lo siguiente:

Aceptar H_0 si P es mayor que 0,05.

Aceptar H_a si P es menor que 0,05.

Mediante la prueba de rango de Tukey (Steel y Torrie, 1988) se evidenció a favor de que tratamiento se presentaron las diferencias significativas en el crecimiento.

La eficiencia alimenticia (EA) se determinó a través de:

$EA = \text{Producción neta de peces} / \text{cantidad de alimento suministrado}.$

La evaluación económica del experimento para cada tratamiento se realizó teniendo en cuenta los costos e ingresos del proceso de cultivo, obtenidos de acuerdo a las formulas siguientes:

1. Ingresos netos (IN):

$IN = \text{Ingreso bruto (sumatoria de ingresos)} - \text{costo total de la operación (sumatoria de egresos)}.$

2. Merito económico (ME):

$ME = \text{Costo alimento} / \text{Ganancia en peso de los peces}.$

3. Retorno por Sol invertido (RSI):

$RSI = \text{Ingreso neto} / \text{costo del alimento}.$

Las ecuaciones peso – longitud se estimaron para cada tratamiento y fueron comparadas mediante el análisis de covarianza (Zar, 1996). Por otro lado, se aplicó

la prueba de “t” para el exponente “b” (Snedecor and Cochram, 1967), con el objetivo de establecer si difiere estadísticamente de tres y así tipificar el tipo de crecimiento.

Los análisis estadísticos fueron procesados con una Laptop Hp con procesador Intel CORE i3, utilizando los programas: SPSS Versión 22, Excel 2010, Minitab 16, con un nivel de significancia al 0,05%.

III. RESULTADOS

1.0 Crecimiento de *P. brachypomus*.

El crecimiento de *P. brachypomus* varió de un tratamiento a otro, así como entre las repeticiones de cada tratamiento, sin embargo, las mejores longitudes y pesos medios se alcanzaron en la densidad mayor (1pez/m²) (Tabla 2). Se observa también, que los pacos de la repetición 2B (1 pez/m²), superaron en crecimiento a las demás repeticiones, tanto en longitud como en peso (Fig. 4, A y B).

El análisis de variancia (Tabla 3A), determinó que no existen diferencias significativas en el crecimiento, en longitud y peso, entre repeticiones.

Luego se procedió a promediar las longitudes y pesos medios de las repeticiones en cada tratamiento (Tabla 4), evidenciándose que los peces cultivados en la densidad de 1 pez/m² alcanzaron el mayor crecimiento en longitud y peso: 228,65 mm y 208,80 g. En la representación gráfica (Fig. 5, A y B), se pudo observar que el crecimiento de los peces cultivados en la densidad de 0,5 peces/m², fue mayor desde el primer al cuarto mes de cultivo, siendo superados por la densidad de 1 pez/m² en el quinto mes.

Posteriormente, se aplicó el análisis de varianza para determinar el efecto de los tratamientos, el tiempo y su interacción sobre el crecimiento, estableciéndose que este parámetro fue afectado por el tiempo, más no por los tratamientos ni la interacción de ambos factores (Tabla 3B).

La prueba de Tukey para determinar si el crecimiento es significativo mes a mes, estableció que tanto en longitud (Tabla 5A) como en peso (Tabla 5B), el

Tabla 2. Longitudes y pesos medios mensuales en las repeticiones de cada tratamiento de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

Tiempo	Tratamiento A (4,5 peces/m ²)					
	1A			2A		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Inicio	56	55,20	2,54	50	55,17	2,57
Mes 1	10	115,50	25,81	10	111,00	21,95
Mes 2	10	171,10	88,50	10	161,90	78,93
Mes 3	10	200,60	144,53	10	196,20	134,75
Mes 4	10	218,90	181,02	10	212,00	169,32
Mes 5	10	230,00	195,30	10	217,70	183,50

Tratamiento B (5 peces/m ²)						
	1B			2B		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Inicio	150	55,16	2,62	192	55,10	2,50
Mes 1	10	98,00	15,61	10	117,30	27,05
Mes 2	10	132,60	42,34	10	170,10	95,60
Mes 3	10	164,40	75,79	10	210,00	162,20
Mes 4	10	191,70	122,26	10	230,50	215,57
Mes 5	10	216,90	177,90	10	240,40	239,70

Lt: Longitud total media, Pt: peso total medio, mm: milímetros, g: gramos.

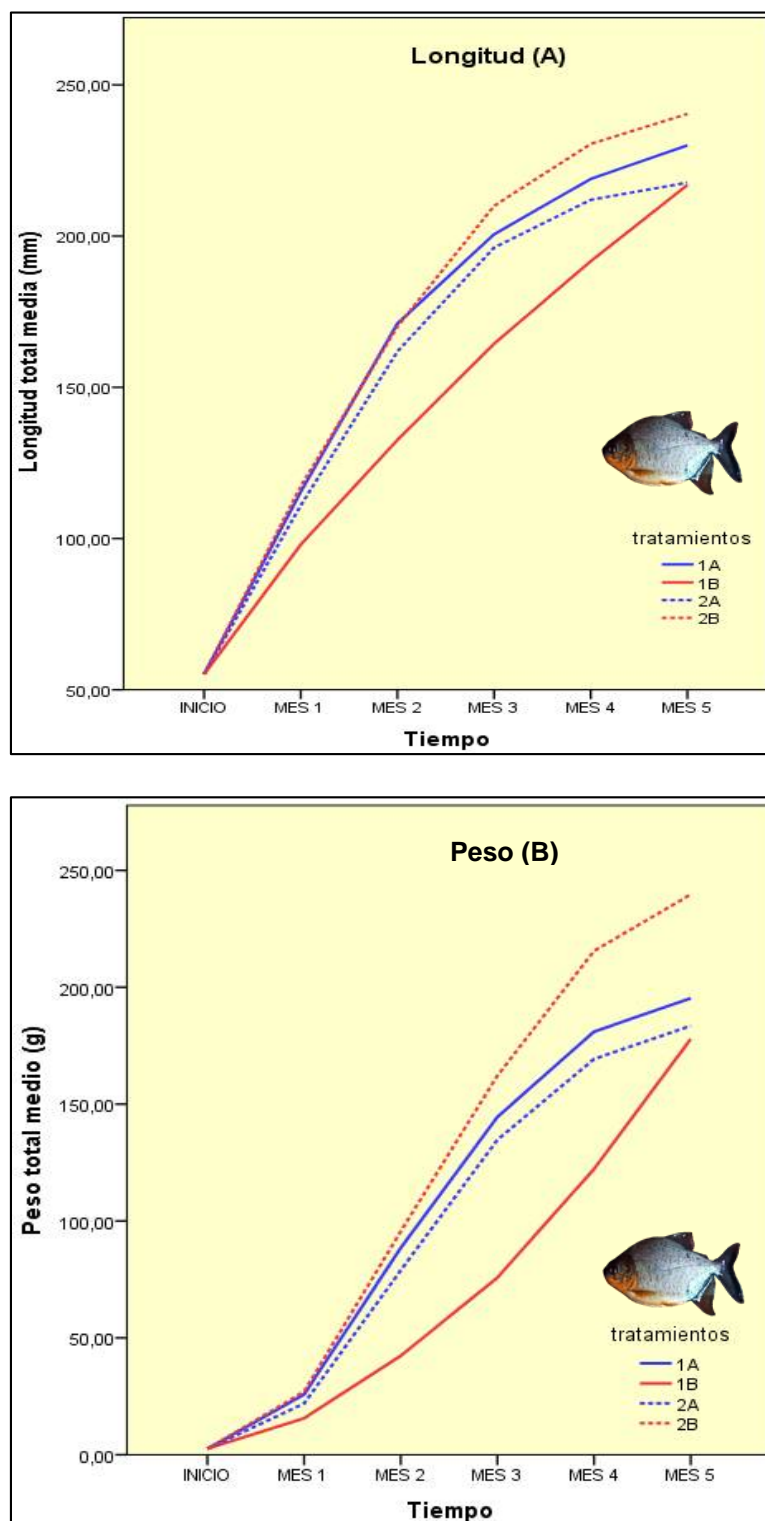


Figura 4. Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

Tabla 3. Análisis de varianza para determinar el efecto de las repeticiones (A), tratamientos y tiempo (B) sobre el crecimiento en longitud y peso de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

(A)

Fuente de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Repeticiones	0,41	0,53	0,67	0,42

(B)

Fuente de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Tratamientos	8,41	0,07	1,31	0,25
Tiempo	368,11	0,00*	227,11	0,00*
Interacción	2,43	0,05	2,69	0,03*

Fc: Valor de F calculado, *: Valor significativo $P < 0,05$.

Tabla 4. Longitudes y pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

Tiempo	A (4,5 peces/m ²)			B (5 peces/m ²)		
	n	Lt	Pt	n	Lt	Pt
		(mm)	(g)		(mm)	(g)
Inicio	106	55,19	2,56	342	55,13	2,56
Mes 1	20	113,25	23,88	20	107,65	21,33
Mes 2	20	166,50	83,72	20	151,35	68,97
Mes 3	20	198,40	139,64	20	187,20	119,00
Mes 4	20	215,45	175,17	20	211,10	168,92
Mes 5	20	223,85	189,40	20	228,65	208,80

Lt: Longitud total media, Pt: peso total medio, mm: milímetros, g: gramos.

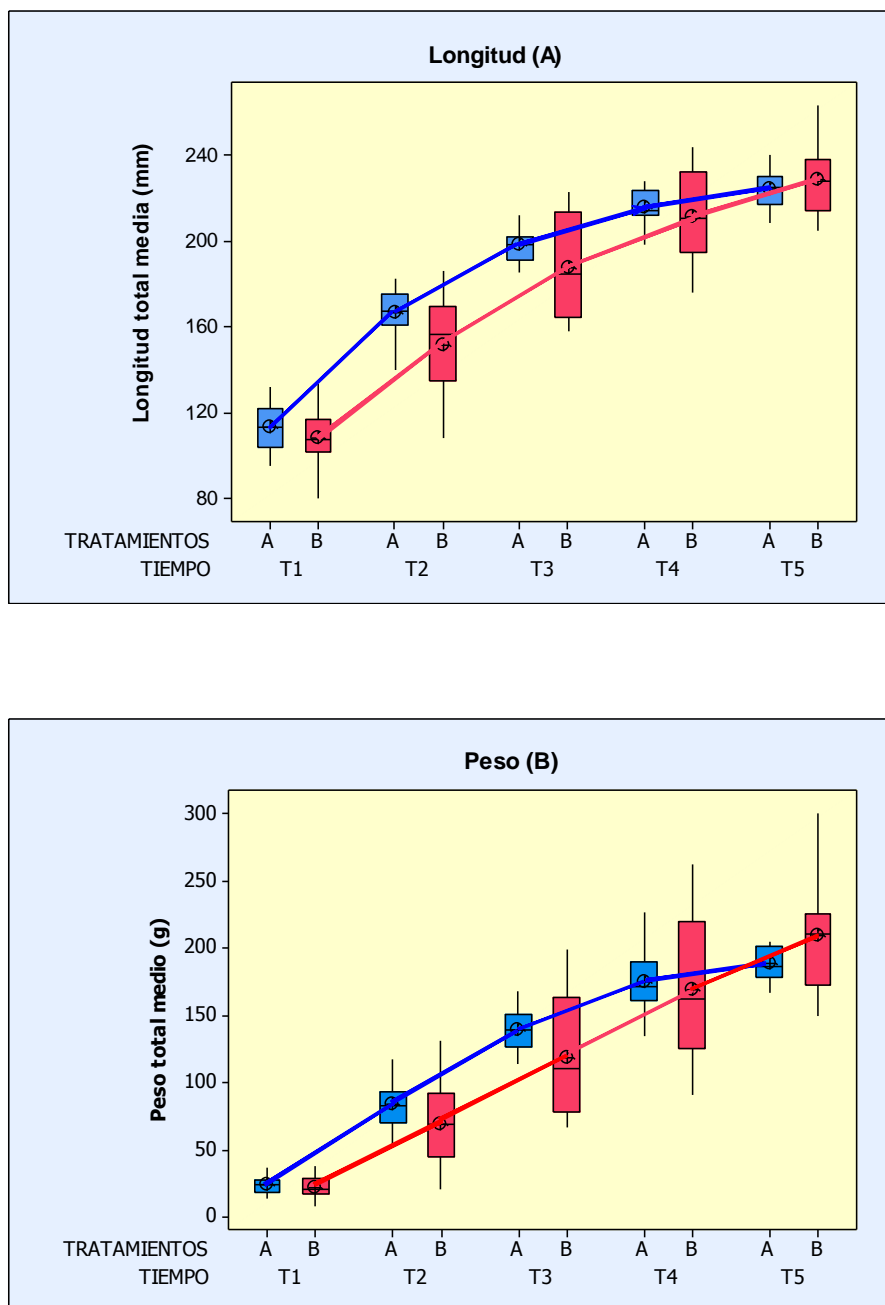


Figura 5. Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

Tabla 5. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes, en cada tratamiento, entre longitudes (A) y pesos (B) medios de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

(A) Longitud

(4,5 peces/m ²)				
Tiempo	menor	mayor	Residuo	DMS
M1 - M2	113,25	166,50	53,25*	13,25
M2 - M3	166,50	198,40	31,90*	13,25
M3 - M4	198,40	215,45	17,05*	13,25
M4 - M5	215,45	223,85	8,40	13,25
(5 peces/m ²)				
M1 - M2	107,65	151,35	43,70*	13,25
M2 - M3	151,35	187,20	35,85*	13,25
M3 - M4	187,20	211,10	23,90*	13,25
M4 - M5	211,10	228,65	17,55*	13,25

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey

* : valor significativo al 0,05.

(B) Peso

(4,5 peces/m ²)				
Tiempo	menor	mayor	Residuo	DMS
M1 - M2	23,88	83,72	59,84*	25,84
M2 - M3	83,72	139,64	55,93*	25,84
M3 - M4	139,64	175,17	35,53*	25,84
M4 - M5	175,17	189,40	14,23	25,84
(5 peces/m ²)				
M1 - M2	21,33	68,97	47,64*	25,84
M2 - M3	68,97	119,00	50,03*	25,84
M3 - M4	119,00	168,92	49,92*	25,84
M4 - M5	168,92	208,80	39,89*	25,84

crecimiento fue significativo hasta el cuarto mes de cultivo en la densidad de 0,5 peces/m²; sin embargo, en la densidad de 1 pez/m², el crecimiento significativo ocurrió hasta la finalización del experimento.

Los incrementos mensuales en longitud y peso (Fig. 6, A y B), mostraron un comportamiento similar en ambos tratamientos: las tasas de incremento mensual en longitud disminuyeron su valor desde el primero hasta el último mes de cultivo; en cambio, en peso, éstas se incrementaron hasta el tercer mes de cultivo, para de ahí disminuir hacia la finalización del experimento. Las mejores tasas de incremento mensual correspondieron a la densidad de 1 pez/m².

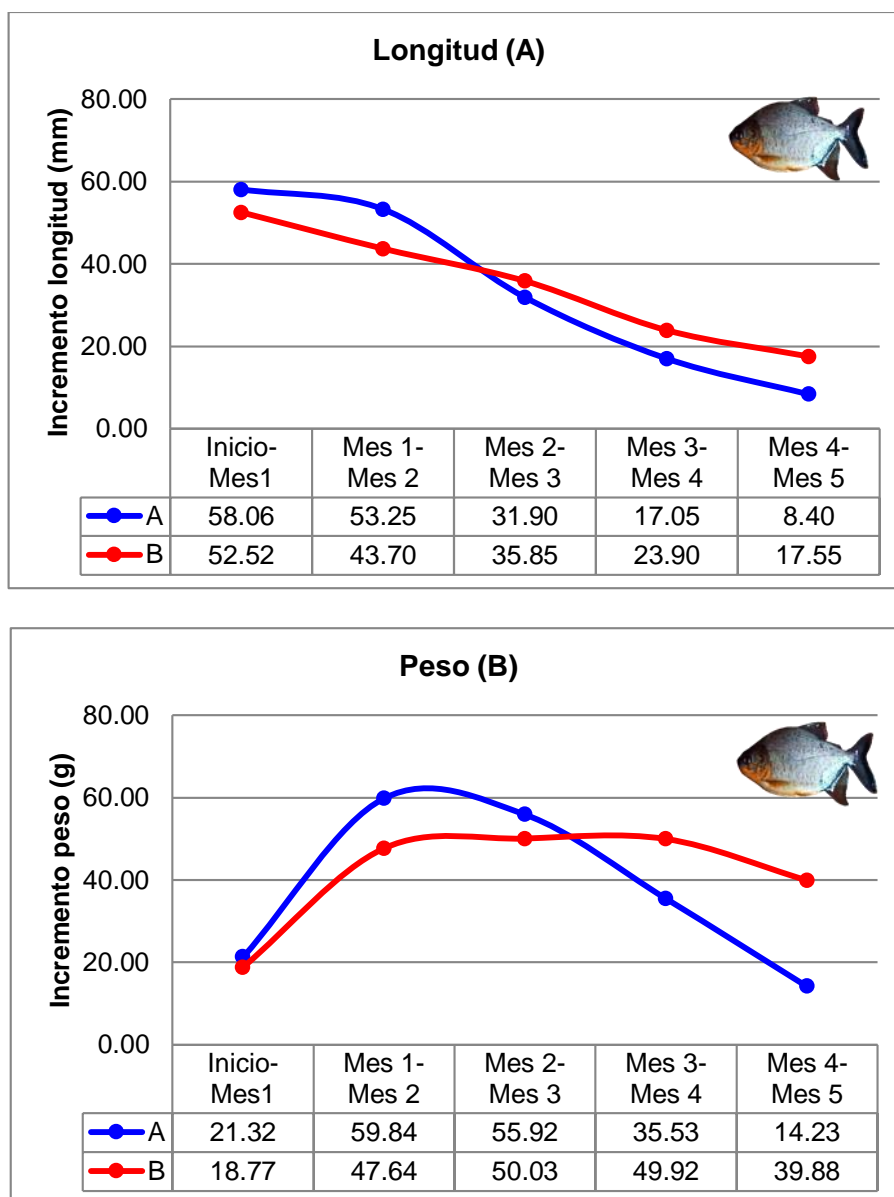


Figura 6. Variación de incrementos medios mensuales en longitud (A) y peso (B) de *P. brachypomus*, en policultivo en dos densidades de siembra con *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

2.0 Crecimiento de *Oreochromis spp.*

El crecimiento de “tilapia híbrida” difirió de un tratamiento a otro y entre las repeticiones de cada tratamiento, apreciándose que la repetición 2B de la densidad de 5 peces /m² presentó el mejor crecimiento: 245,52 mm y 320,28 g, seguida por la repetición 1A de la densidad de 4,5 peces/m²: 224,98 mm y 249,54 g (Tabla 6). El mayor crecimiento de los peces en la repetición antes mencionada, ocurrió desde el primer mes de cultivo (Fig. 7, A y B).

Las variaciones observadas en el crecimiento, no fueron significativamente diferentes entre repeticiones, tanto en longitud como en peso (Tabla 7A).

El análisis de las longitudes y pesos medios por tratamiento (Tabla 8), evidenció que los peces cultivados en la densidad de 5 peces/m², lograron mejor crecimiento que aquellos en la densidad de 4,5 peces/m², observándose, gráficamente, que esto ocurrió en el último mes de cultivo (Fig. 8, A y B).

El análisis de variancia (7B), estableció que hay diferencias significativas solo en el crecimiento en peso, para los tratamientos y la interacción; en cambio, para el tiempo, hay significación estadística tanto en longitud como en peso.

La prueba de Tukey (Tabla 9), indicó que el mayor crecimiento en peso, a favor de la de la densidad de 5 peces/m², fue significativo en el quinto mes de cultivo.

El análisis del crecimiento en longitud y peso, a través de la prueba de Tukey (Tabla 10), demostró que fue significativo durante todos los meses de cultivo en ambos tratamientos.

Tabla 6. Longitudes y pesos medios mensuales, en las repeticiones de cada tratamiento, de *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tiempo	Tratamiento A (4,5 peces/m ²)					
	1A			2A		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Siembra	450	22,20	0,28	400	22,00	0,30
Mes 1	50	98,64	20,85	50	93,60	16,56
Mes 2	50	152,12	80,06	50	135,18	54,86
Mes 3	50	176,50	128,19	50	166,48	104,86
Mes 4	50	215,22	229,73	50	196,12	175,93
Mes 5	50	224,98	249,54	50	217,62	228,78

Tratamiento B (5 peces/m ²)						
	1B			2B		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Siembra	600	22,15	0,32	768	22,28	0,26
Mes 1	50	86,94	13,65	50	105,72	25,25
Mes 2	50	121,04	39,15	50	165,68	110,07
Mes 3	50	152,18	77,91	50	190,50	158,25
Mes 4	50	192,96	165,91	50	221,94	260,82
Mes 5	50	214,80	217,76	50	245,52	320,28

Lt: Longitud total media, Pt: peso total medio, mm: milímetros, g: gramos.

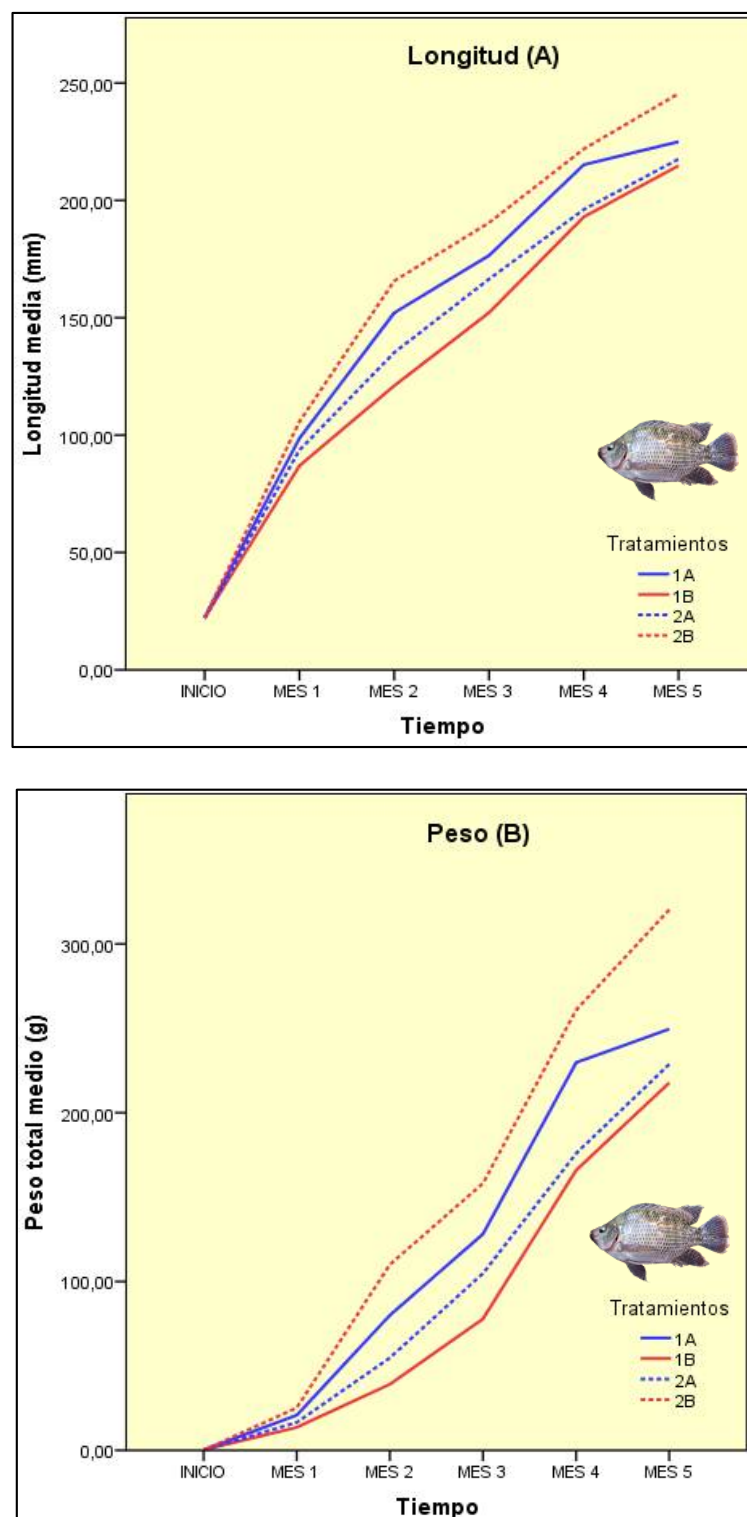


Figura 7. Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tabla 7. Análisis de varianza para determinar el efecto de las repeticiones (A), de tratamientos, tiempo e interacción (B), sobre el crecimiento en longitud y peso de *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

(A)

Fuente de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Repeticiones	0,21	0,65	0,30	0,59

(B)

Fuente de variación	Longitud		Peso	
	F	P	F	P
Tratamientos	2,90	0,09	8,95	0,03*
Tiempo	1444,79	0,00*	672,94	0,00*
Interacción	2,07	0,08	2,52	0,04*

Fc: Valor de F calculado, *: Valor significativo $P < 0,05$.

Tabla 8. Longitudes y Pesos medios mensuales, en cada tratamiento, de *Oreochromis spp.*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

	A (4,5 peces/m ²)			B (5 peces/m ²)		
	n	Lt (mm)	Pt (g)	n	Lt (mm)	Pt (g)
Siembra	850	22,10	0,29	1368	22,21	0,29
Mes 1	100	96,12	18,71	100	96,33	19,45
Mes 2	100	143,65	67,46	100	143,36	74,61
Mes 3	100	171,49	116,52	100	171,34	118,08
Mes 4	100	205,67	202,83	100	207,45	213,36
Mes 5	100	221,30	239,16	100	230,16	269,02

Lt: Longitud total en mm., Pt: Peso total en g., n: Muestra de la población.

Tabla 9. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas, entre tratamientos, de los pesos medios de *Oreochromis spp.*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tiempo	Peso medio (g)		Residuo	DMS
	menor	mayor		
Mes 1	18,71	19,45	0,74	14,60
Mes 2	67,46	74,61	7,15	14,60
Mes 3	116,52	118,08	1,56	14,60
Mes 4	202,83	213,36	10,53	14,60
Mes 5	239,16	269,02	29,86*	14,60

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey

*: Valor significativo al 0,05.

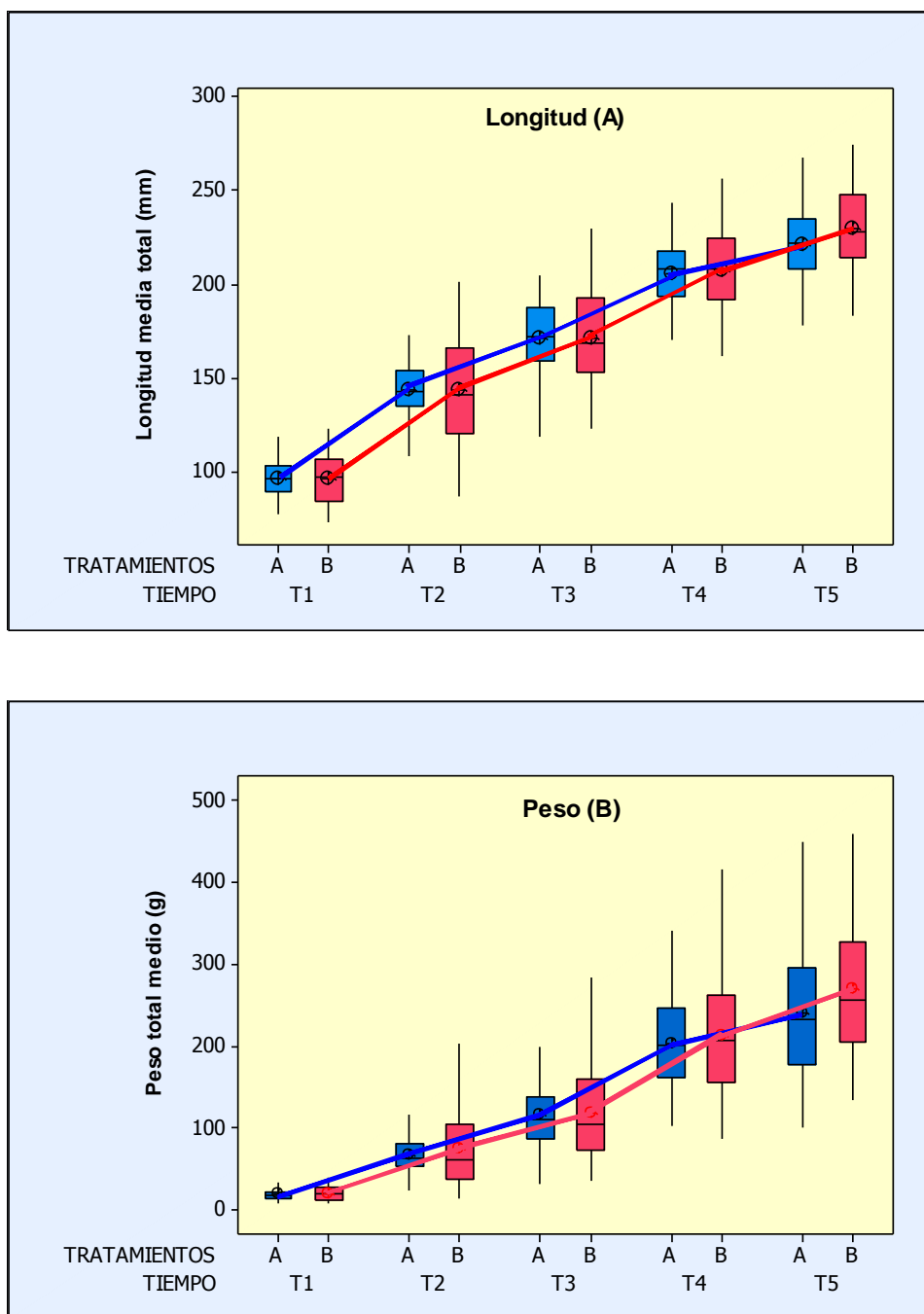


Figura 8. Variaciones mensuales del crecimiento en longitud (A) y peso (B) medio de *Oreochromis* spp, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tabla 10. Prueba de Tukey para determinar diferencias significativas mes a mes, en cada tratamiento, para Longitud (A) y Peso (B) de *Oreochromis spp* en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Longitud (A)

(4,5 peces/m ²)				
Tiempo	menor	mayor	Residuo	DMS
M1 - M2	96,12	143,65	47,53*	10,55
M2 - M3	143,65	171,49	27,84*	10,55
M3 - M4	171,49	205,67	34,18*	10,55
M4 - M5	205,67	221,30	15,63*	10,55
(5 peces/m ²)				
M1 - M2	96,33	143,36	47,03*	10,55
M2 - M3	143,36	171,34	27,98*	10,55
M3 - M4	171,34	207,45	36,11*	10,55
M4 - M5	207,45	230,16	22,71*	10,55

DMS: Diferencia mínima significativa de Tukey

* : valor significativo al 0,05. M: mes

Peso (B)

(4,5 peces/m ²)				
Tiempo	menor	mayor	Residuo	DMS
M1 - M2	18,71	67,46	48,75*	28,74
M2 - M3	67,46	116,52	49,06*	28,74
M3 - M4	116,52	202,83	86,31*	28,74
M4 - M5	202,83	239,16	36,33*	28,74
(5 peces/m ²)				
M1 - M2	19,45	74,61	55,16*	28,74
M2 - M3	74,61	118,08	43,47*	28,74
M3 - M4	118,08	213,36	95,28*	28,74
M4 - M5	213,36	269,02	55,66*	28,74

Las tasas de incremento en longitud y peso mensual (Fig. 9), muestran que el crecimiento en longitud fue disminuyendo hacia la finalización del cultivo; sin embargo, en peso, se incrementaron hasta el cuarto mes y luego decayeron, en ambos tratamientos. Las mayores tasas de incremento mensual se presentaron en la densidad total de 5 peces/m².

3.0 Rendimiento de Producción

Las producciones totales fueron: 206,81 kg para la densidad de 4,5 peces/m², correspondiendo 18,39 kg a “paco” y 188,42 kg a “tilapia híbrida”, y 417,46 kg para la densidad de 5 peces/m², siendo 65,96 kg de “paco” y 351,49 kg de “tilapia híbrida” (Tabla 11 y Fig. 10).

Las producciones brutas y netas logradas alcanzaron 9 732,45 kg/ha y 9 709,84 kg/ha, para la densidad de 4,5 peces/m² y, 12 206,45 kg/ha y 12 172,61, kg/ha, para la densidad de 5 peces/m². (Fig. 11).

4.0 Factor de Conversión y Eficiencia Alimenticia

Los factores de conversión alimenticia alcanzaron valores bajos: 1,22 en la densidad de 4,5 peces/m² y 1,01 en la densidad de 5 peces/m². En cambio, el aprovechamiento del alimento fue alto, siendo de 81,74 % y 103,75 %, respectivamente (Tabla 12). Como se observa la mejor conversión y eficiencia alimenticia correspondió a la densidad mayor (Fig. 12).

Es necesario también indicar que las mejores conversiones y eficiencias alimenticias se presentaron para *Oreochromis spp.*, en ambos tratamientos (Tabla 12); asimismo, las mejores conversiones y eficiencias alimenticias para *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*, ocurrieron en la densidad de 5 peces/m².

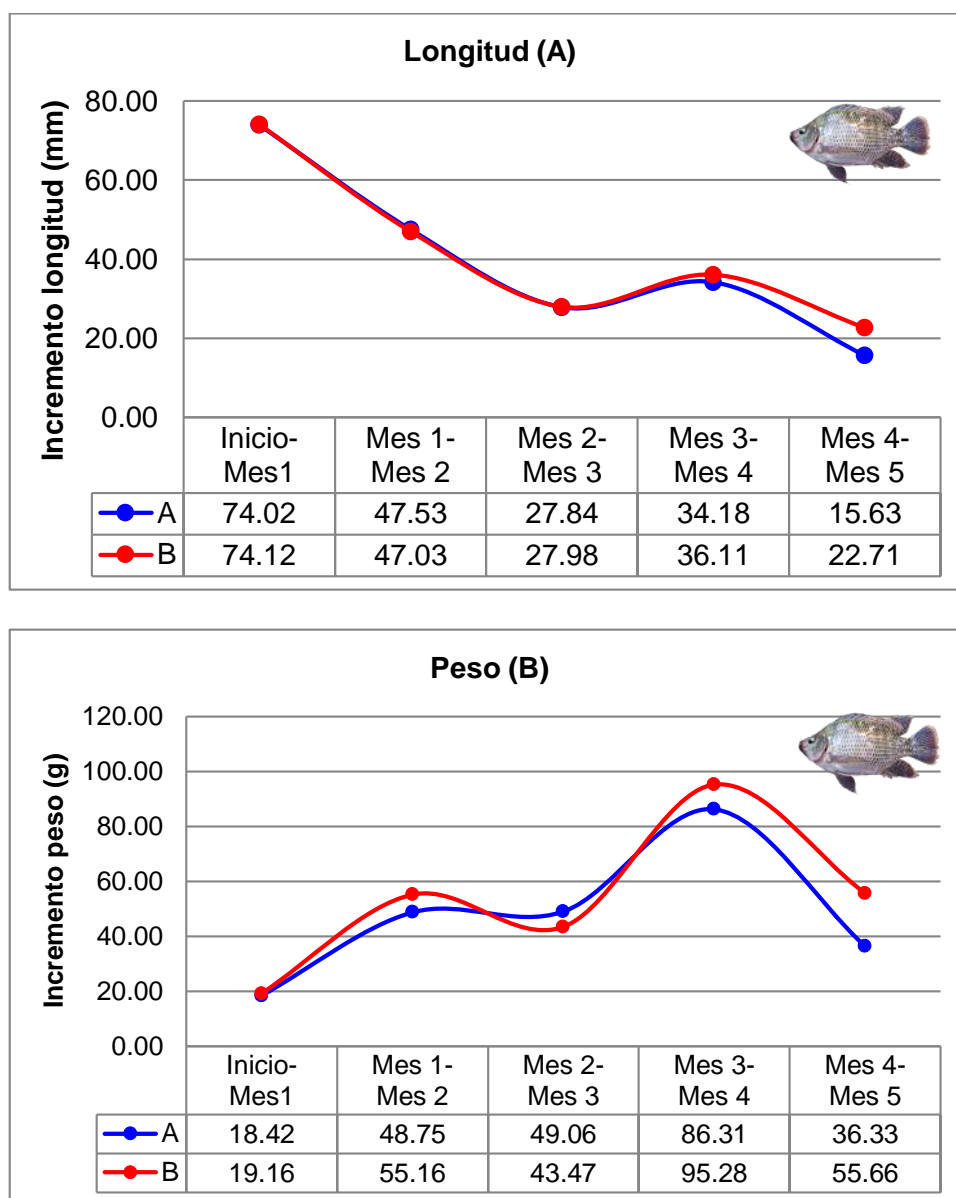


Figura 9. Incrementos mensuales en longitud y peso de *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra con *P. brachypomus*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tabla 11. Producción total, bruta y neta por especie y conjunta por tratamiento, en policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

	<i>P. brachypomus</i> (P)			<i>Oreochromis spp</i> (T)			
PRODUCCIÓN	A (4,5 peces/m²)						P + T
	1A	2A	TOTAL	1A	2A	TOTAL	
TOTAL (kg)	9,95	8,44	18,39	103,31	85,11	188,42	206,81
BRUTA (kg/ha)	884,67	844,10	865,58	9183,07	8510,62	8866,62	9732,20
NETA (kg/ha)	873,16	832,28	853,92	9172,77	8499,46	8855,92	9709,84
	B (5 peces/m²)						
	1B	2B	TOTAL	1B	2B	TOTAL	
TOTAL (kg)	24,02	41,95	65,96	122,82	228,68	351,50	417,46
BRUTA (kg/ha)	1601,10	2184,77	1928,77	8187,78	11910,41	10277,68	12206,45
NETA (kg/ha)	1577,52	2161,98	1905,64	8175,74	11900,74	10266,97	12172,61
P: Producción de <i>P. brachypomus</i> (4,5 peces/m²); P: Producción de <i>Oreochromis spp</i> (5 peces/m²)							

P: Producción de *P. brachypomus* (4,5 peces/m²); P: Producción de *Oreochromis spp* (5 peces/m²).

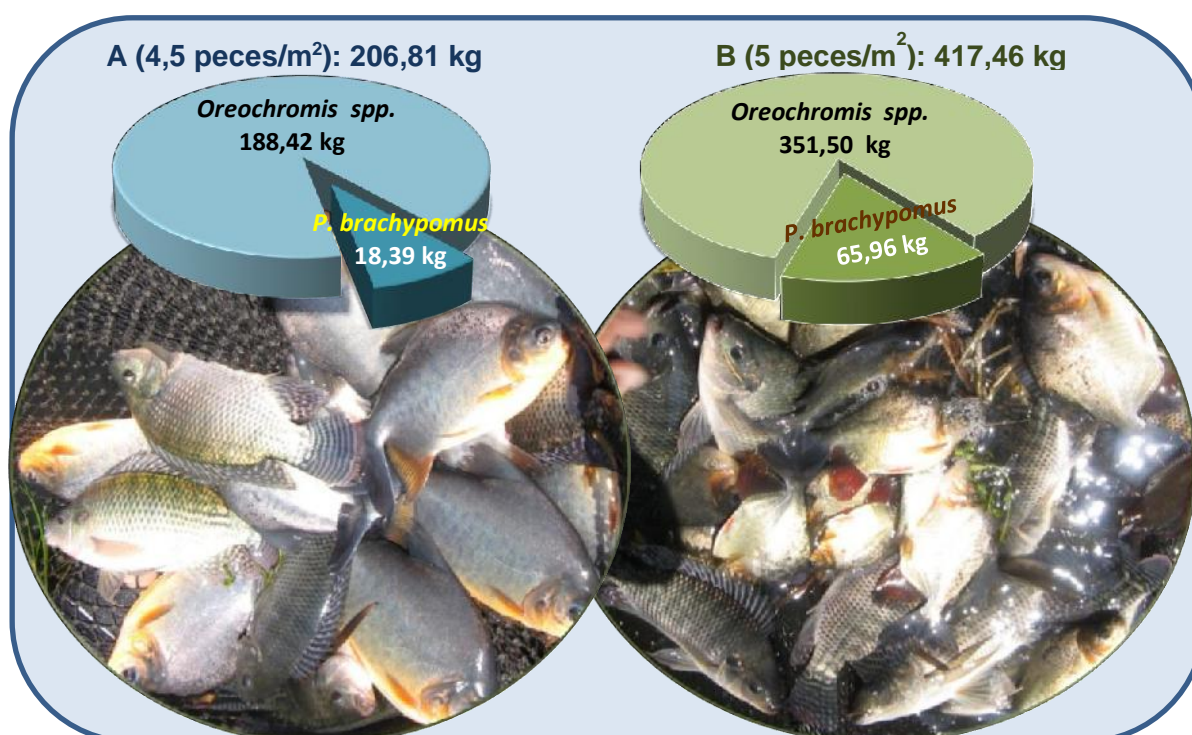


Figura 10. Producción total por tratamiento, del policultivo de dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

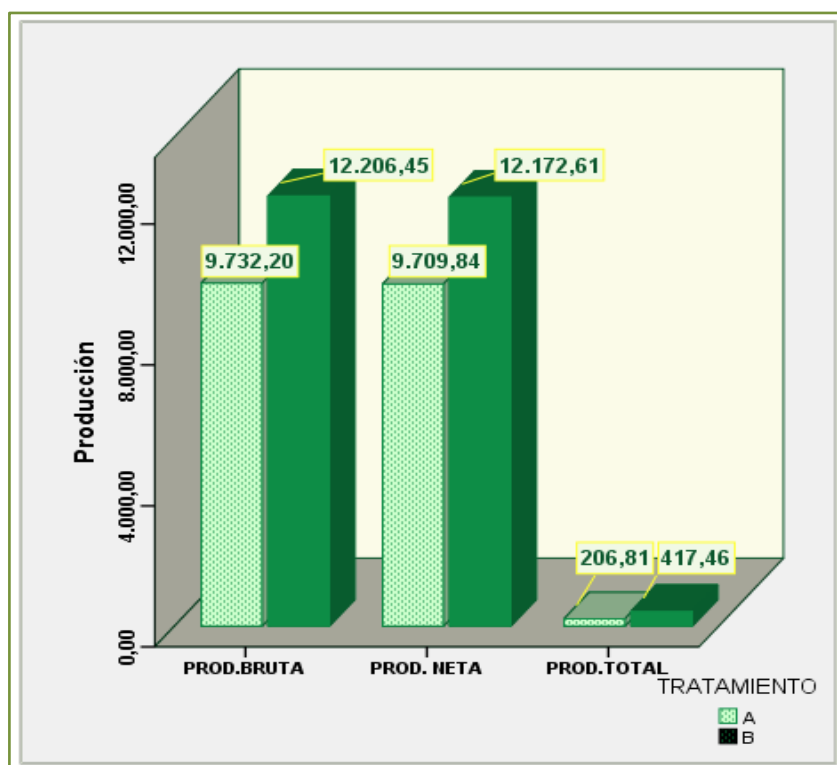


Figura 11. Variación de la Producción total, bruta y neta por tratamiento, del policultivo de dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tabla 12. Cantidad de alimento mensual, factor de conversión y eficiencia alimenticia por tratamiento, en el policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

	<i>P. brachypomus</i>			<i>Oreochromis spp</i>			TOTAL
	A (4,5 peces/m²)						
Tiempo	1A	2A	TOTAL	1A	2A	TOTAL	A
mes 1	0,60	0,54	1,14	0,53	0,50	1,03	2,17
mes 3	1,73	1,32	3,05	11,26	7,95	19,21	22,26
mes 4	4,46	0,36	8,01	32,42	19,75	52,17	60,19
mes 5	4,86	4,04	8,90	34,61	25,17	59,78	68,68
mes 6	3,04	2,54	8,01	31,01	21,11	52,13	60,14
Total (kg)	14,69	11,99	26,68	109,84	74,48	184,32	252,43
FC	1,50	1,44	1,47	1,06	0,88	0,98	1,22
EA (%)	66,87	69,41	68,01	93,95	114,12	102,10	81,74
	B (5 peces/m²)						
Tiempo	1B	2B	TOTAL	1B	2B	TOTAL	B
mes 1	1,65	2,02	3,67	0,81	0,84	1,65	5,31
mes 3	2,81	6,23	9,04	9,83	23,27	33,10	42,14
mes 4	5,72	16,52	22,24	21,14	76,08	97,22	119,46
mes 5	6,82	18,69	25,51	28,05	72,92	100,97	126,48
mes 6	5,50	12,42	17,92	29,86	60,09	89,96	107,88
Total (kg)	22,50	55,87	78,37	89,69	233,20	322,89	401,26
FC	0,95	1,35	1,15	0,73	1,02	0,88	1,01
EA (%)	105,17	74,30	83,16	136,74	97,98	108,75	103,75

FC: Factor de conversión alimenticia; EA: Eficiencia alimenticia.

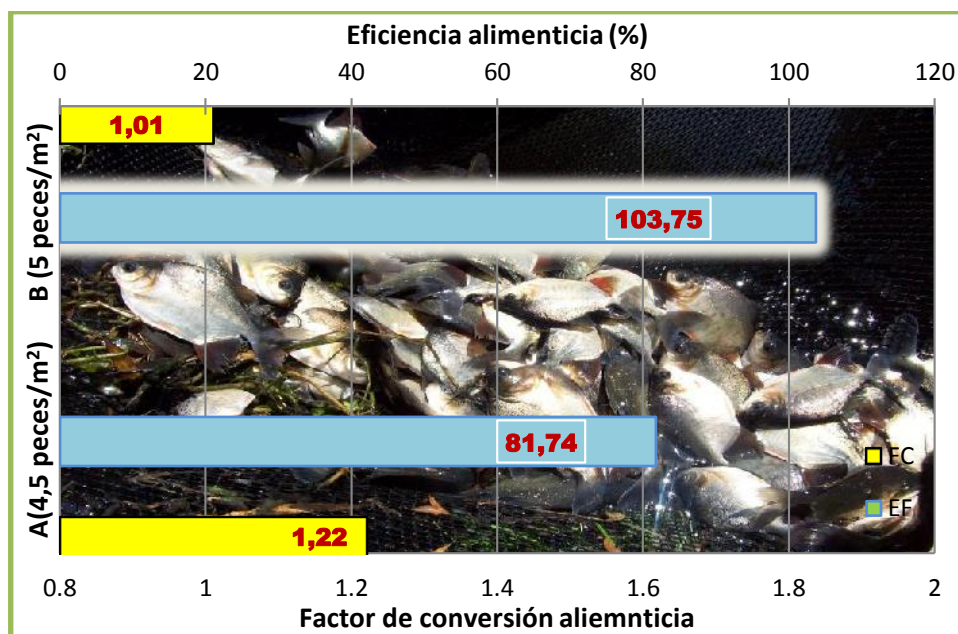


Figura 12. Factor de conversión y eficiencia alimenticia por tratamiento, en policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

5.0 Mortalidad

Al finalizar el experimento de policultivo, se detectó la mortalidad de 41 peces (5 pacos y 36 tilapias) en el Estanque 1A, 32 peces (4 pacos y 28 tilapias) en el Estanque 2A, 51 peces (15 pacos y 36 tilapias) en el Estanque 1B y 71 peces (17 pacos y 54 tilapias) en el Estanque 2B. Mortalidades que representaron 8,50 %, 7.50 %, 8,00% y 8,00 %, respectivamente.

6.0 Relación peso – longitud y Factor de condición

Las ecuaciones peso-longitud se determinaron para cada especie en cada tratamiento (Tabla 13), encontrándose, mediante el análisis de covariancia (Tabla 14), que no existen diferencias significativas entre regresiones, pendientes y orígenes para las densidades 4,5 peces/m² y 5 peces/m², en ambas especies.

Tabla 13. Parámetros de la relación peso-longitud, factor de condición alométrico comparativo y prueba de t para el exponente b de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*, en policultivo en dos densidades de siembra, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

<i>P. brachypomus</i>									
TRATAMIENTO		Lt (mm)	Pt (g)	r	a(1)	a (2)	b	t _c	t _t
(A) 4,5 peces/m ²	100	183,49	122,36	0,99	1,00E-05	1,39E-05	3,06	0,06	1,66
(B) 5 peces/m ²	100	177,19	117,40	0,99	1,00E-05	1,49E-05	3,08	0,05	1,66
<i>Oreochromis spp</i>									
(A) 4,5 peces/m ²	500	167,67	128,94	0,99	1,00E-05	1,58E-05	3,12	0,21	1,65
(B) 5 peces/m ²	500	169,73	138,90	0,99	1,00E-05	1,64E-05	3,10	0,18	1,65

n: Número de ejemplares; Lt: Longitud total (mm); Pt: Peso total (g); r: Coeficiente de correlación

a(1): Factor de condición alométrico; a(2) : Factor de condición alométrico comparativo;

b: Coeficiente exponencial de regresión; t_c : Valor de t calculado; t_t: Valor de t en tablas.

Tabla 14. Análisis de covarianza para la relación peso-longitud de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Fuente de Variación	<i>P. brachypomus</i>		<i>Oreochromis spp</i>		F: Valor de prueba de F, P: valor
	F	P	F	Ft	
FR	0,24	0,52	0,35	0,35	
Fb	0,05	0,34	0,29	0,76	
Fa	0,44	0,94	0,41	0,96	

no significativo >0,05.

La prueba de t para el exponente b determinó que no difiere de 3, en las dos especies, tipificando un crecimiento isométrico en todos los casos (Tabla 13).

El factor de condición alométrico comparativo para *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* fue superior en la densidad de 5 peces/m² (Tabla 13).

7.0 Evaluación Económica del Experimento.

7.1 Mérito Económico

El mejor valor del mérito económico correspondió a la densidad de 5 peces/m²: S/. 2,99 (Tabla 14).

7.2 Retorno por Sol Invertido

El mayor retorno por sol invertido correspondió a la densidad de 5 peces/m²: 1,99 (Tabla 15).

8.0 Características Físico-químicas del agua

8.1 Temperatura

La temperatura superficial del agua fue similar en ambos tratamientos, con la tendencia a disminuir su valor hacia el final del cultivo. Los valores de la temperatura fluctuaron entre 21,20 y 28,20 °C (Fig. 13). Mientras tanto, la temperatura ambiental registrada, fue ligeramente menor a la de los estanques y sus valores fluctuaron entre 20,00 y 27,50 °C. (Fig. 13).

Tabla 14. Mérito económico de la producción de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

TRATAMIENTO	ALIMENTO TOTAL (kg)	COSTO ALIMENTO (SOLES)	GANANCIA DE PESO (kg)	MÉRITO ECONÓMICO (SOLES)
A (4,5 peces/m ²)	252,43	780,62	206,33	3,78
B (5 peces/m ²)	401,26	1245,07	416,30	2,99

Tabla 15. Retorno por sol invertido en la Producción de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, en policultivo en dos densidades de siembra, en estanques seminaturales, marzo – julio 2013.

Tratamiento	Ingreso bruto (Soles)	Costo alimento (Soles)	Costo alevinos de peces (Soles)	Ingreso neto (Soles)	Retorno por Sol invertido (Soles)
A (4,5 peces/m ²)	2 109,98	780,62	142,30	1 187,06	1,52
B (5 peces/m ²)	4 012,60	1 245,07	280,44	2 487,09	1,99

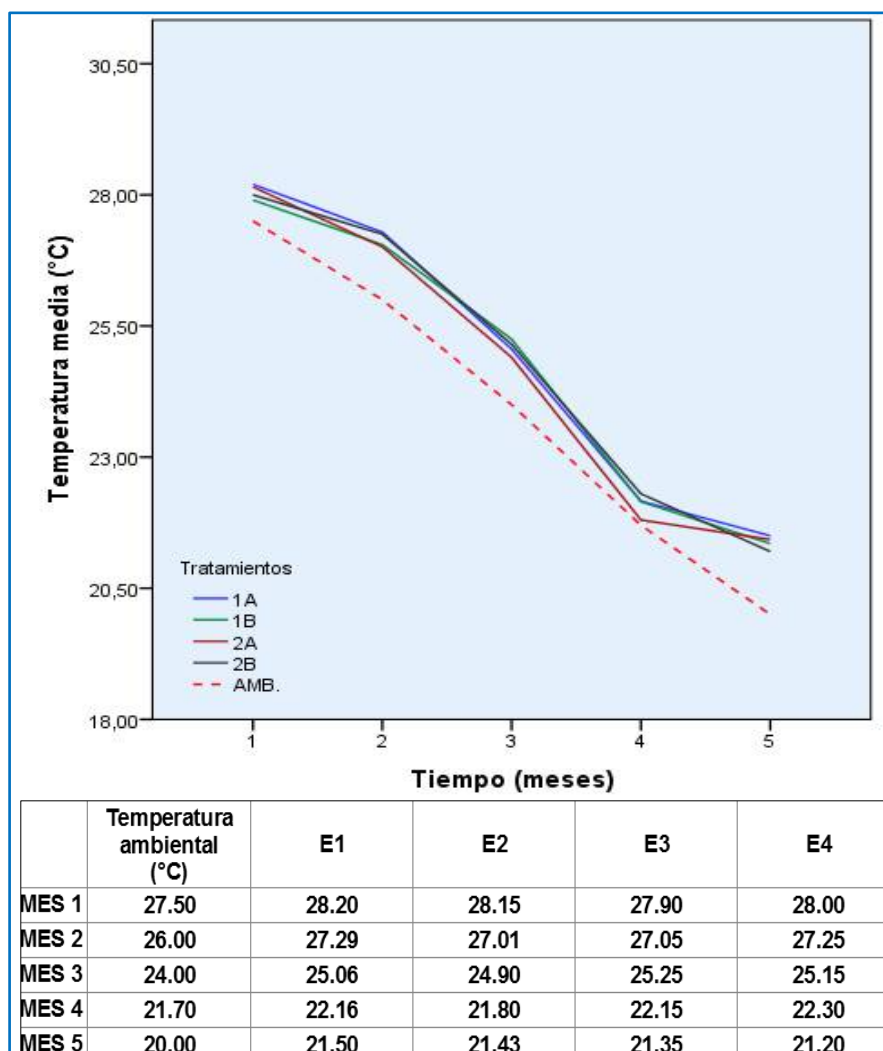


Figura 13. Variaciones mensuales de la temperatura ambiental y superficial del agua de los estanques de policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.*, marzo – julio 2013.

8.2 pH

El pH del agua mostró valores ligeramente superiores a 7 a lo largo del proceso de cultivo, variando desde 7,15 hasta 7,30 (Fig. 14).

8.3 Oxígeno Disuelto

Las concentraciones de oxígeno disuelto en el agua, fueron ligeramente más altas en la densidad de 4,5 peces/m², presentando la tendencia a disminuir su valor con el avance del proceso de cultivo (Fig. 15). En general, sus valores oscilaron entre 3,50 y 6 mg/L.

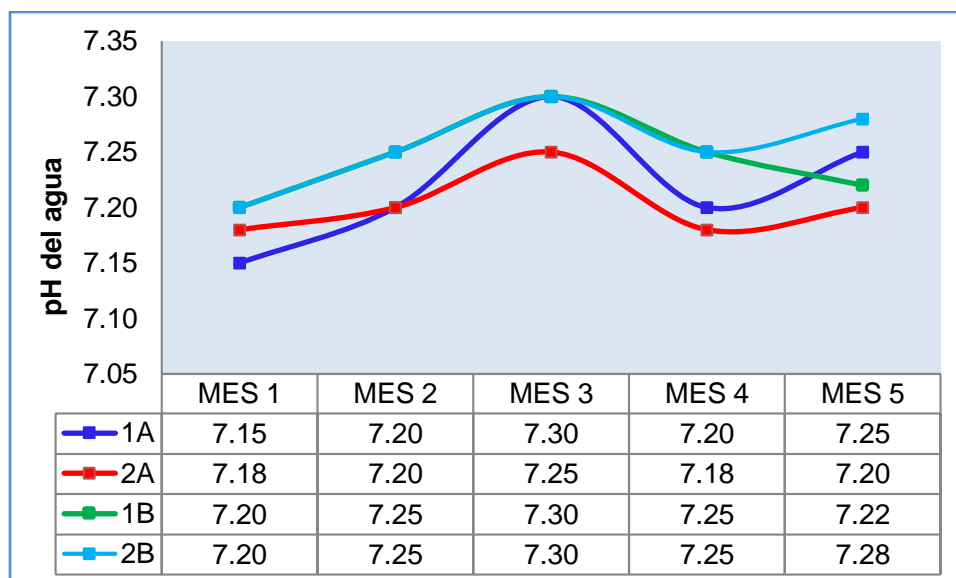


Figura 14. Variaciones mensuales de pH del agua de los estanques de policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, marzo– julio 2013.

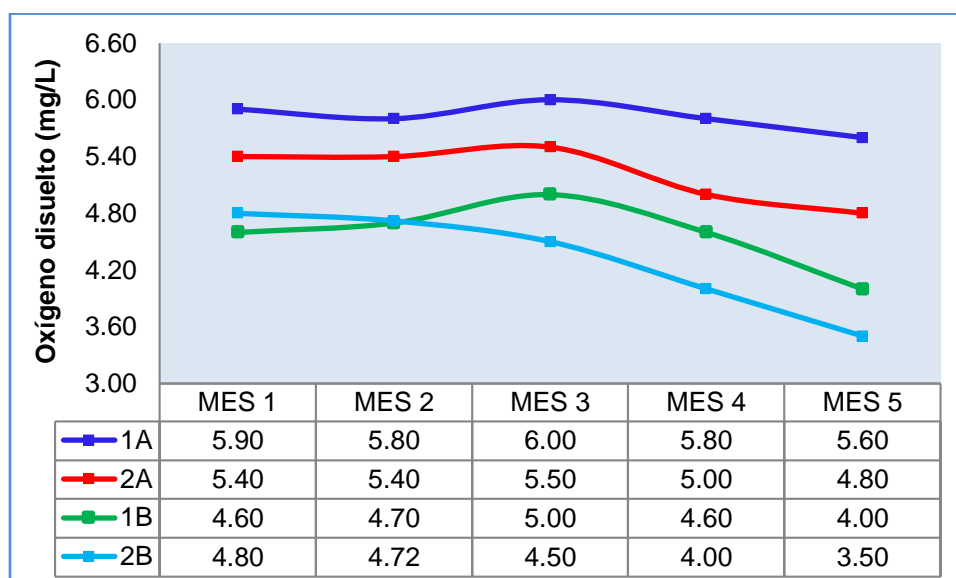


Figura 15. Variaciones mensuales del oxígeno disuelto del agua de los estanques de policultivo en dos densidades de siembra de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp*, marzo – julio 2013.

IV. DISCUSION

Los resultados obtenidos al finalizar la investigación, permitieron negar la hipótesis planteada en el sentido que a menor densidad mayor crecimiento, ya que *P. brachipomus* y *Oreochromis spp* crecieron mejor cuando se cultivaron a mayor densidad, aunque el análisis de varianza determinó que no son significativamente diferentes en la primera especie; situación que se explicaría porque en estos sistemas de cultivo intensivo, con buen nivel de recambio de agua, el crecimiento de los peces es favorecido por incremento de la densidad de siembra, coincidiendo con lo reportado por Racchumí (2013), López y Lora (2013) y López y Lora (2014), para el mismo híbrido de tilapia, *Trichomycterus punctulatus* y *Dormitator latifrons*, respectivamente, en sistemas de cultivo intensivo en estanques de concreto el primero y en cultivo intensivo con recirculación los dos últimos, lo cual implicaría también que no se ha alcanzado la capacidad de carga del estanque de cultivo. Siendo necesario también acotar, que el crecimiento de “paco” y “tilapia híbrida” fue favorecido por el aumento de la densidad de siembra del primero.

Las longitudes y pesos finales para *P. brachypomus* del presente estudio son menores a aquellas alcanzadas por Tafur y otros (2009), que, en diferentes combinaciones, densidad total de 1 pez/m², durante 160 días, en policultivo de *Chaetobranchius semifasciatus*, *P. brachypomus* y *Colossoma macropomum* y dieta de 25 % de proteína, lograron pesos finales de 153,5 g, 450, 4 g y 434 g, respectivamente; lo cual se explicaría porque el peso inicial fue mayor (25,8 g), a la menor densidad de siembra y al mayor tiempo de cultivo. Del mismo modo, son inferiores al reporte de López y otros (2012), que para el híbrido “pacotana” (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) lograron el peso de 293,20 g, en policultivo con

“tilapia híbrida” (*O. niloticus* var. *Stirling* x *O. aureus*) y “pocoche” (*Dormitator latifrons*), en la densidad total de 3,20 peces/m², durante seis meses y con dieta balanceada; lo tendría su explicación en la menor densidad de siembra y mayor tiempo de cultivo. Comparándolo con monocultivos, se observa que son similares al reporte de Rebaza (2000), que a los 30 días de cultivo logró pesos entre 20,79 y 23,49 g, partiendo de pesos iniciales de 3,8 a 6,2 g, mientras que en presente trabajo se lograron entre 21,33 y 23,88 g; sin embargo, son inferiores al peso logrado por Sandoval (2004), que obtuvo 264,00 mm y 353,9 g, en la densidad de 0,8 peces/m², alimentados con maíz amarillo durante 6 meses, lo que se explica por la menor densidad utilizada y el mayor tiempo del cultivo.

En lo que se refiere a “tilapia híbrida”, el crecimiento alcanzado en el presente estudio es inferior al reporte de López y otros (2012), quienes lograron 274,50 g en policultivo con “pacotana” (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) y “pocoche” (*D. latifrons*), en la densidad total de 3,20 peces/m², durante seis meses y con dieta balanceada; lo cual se debería a la menor densidad de siembra y mayor tiempo de cultivo. En cambio, superan los reportes de: López y Lora (1989a), quienes obtuvieron 129,40 g para el híbrido de *O. niloticus* x *O. hornorum*, en policultivo con *T. punctulatus* y *Mugil cephalus*, en la densidad total de 3 peces/m², durante seis meses y alimentados con polvillo de arroz; López y Lora (1989b), que lograron 153,13 g para el híbrido de *O. niloticus* x *O. hornorum*, en policultivo con *T. punctulatus* y *M. cephalus*, en la densidad total de 3 peces/m², durante seis meses y alimentados con purina para aves; y de López y Lora (1990), que alcanzaron 66,92 g para el híbrido de *O. niloticus* x *O. hornorum*, en policultivo con *T. punctulatus* y *M. cephalus*, con el índice alimentario de 2,5 % de polvillo de arroz,

en la densidad total de 3 peces/m², durante seis meses; lo cual se debería fundamentalmente a que en el presente estudio se ha empleado un alimento balanceado de mayor nivel proteico que en los trabajos mencionados.

Al haberse encontrado, a través de la prueba de Tukey, que el crecimiento fue significativo hasta el quinto mes de cultivo, es probable que no se haya alcanzado el nivel asintótico del crecimiento en ambas especies, lo cual se corrobora con el análisis de las gráficas de las variaciones mensuales del crecimiento que al finalizar el experimento aún se encuentran en alza, así como de las tasas de incremento mensual, que si bien disminuyeron hacia la finalización del proceso de cultivo, todavía ostentaron valores altos.

Las mayores producciones total, bruta y neta observadas en la densidad más alta, obedecieron al mayor crecimiento de los peces así como al mayor número de los mismos, característica que también ha sido observada por López y otros (2012), Rivera y Vega (2013), Racchumí (2013) y Cerdán y Sánchez (2014).

El mejor factor de conversión alimenticia se presentó en los peces cultivados en la densidad mayor (5 peces/m²), concordando con el mayor crecimiento de los peces en este tratamiento; siendo sus valores superiores al reporte de López y Lora (2015) que en policultivo de *Colossoma macropomum* y *Oreochromis spp.* lograron 0,95 para la densidad total de 5,5 peces/m², pero inferiores para las densidades de 6,0 peces/m²: 1,23 y 6,5 peces/m²: 1,11, durante cinco meses y alimentados con puritilapia; igualmente, son similares a aquellos logrados por Cerdán y Sánchez (2014): 0,94 (4,5 org/m²), 1,16 (5,5 org/m²), 1,18 (6,5 org/m²) y 1,05 (7,5 org/m²), en policultivo de *Macrobrachium inca*, *D. latifrons* y *Oreochromis spp.* y mejores que aquellos logrados por Rivera y Vega (2013): 1,52 (7 peces/m²) y 1,22 (9 peces/m²),

en policultivo de *T. punctulatus*, *D. latifrons* y *Oreochromis spp.* Por otro lado, los valores de conversión encontrados para “paco” estuvieron por debajo del rango de 1,5 a 2,0 para “gamitana”, pez muy similar a este (Eufracio y Palomino, 2004), ocurriendo también así para “tilapia híbrida”, para la cual Pineda (2012), considera el rango de 1,2 a 1,5; de igual modo, se ubicaron por debajo del rango internacional de 1,3 a 1,7 (Negret, 1993).

Las mortalidades observadas durante el proceso de cultivo, fueron bajas en ambos tratamientos y habiendo sido causadas básicamente por la acción depredadora de aves, sobre todo del *Alcedo sp.* “martín pescador”, en los dos primeros meses de cultivo, en menor escala *Ardea alba* “garza blanca” y *Nycticorax sp.* “huaco”; aves que frecuentan la zona y que también han sido reportadas como causantes de mortalidad de peces en cultivo por Rivera y Vega (2013) y Cerdán y Sánchez (2014).

El análisis de covariancia, al no evidenciar diferencias significativas entre los parámetros de las ecuaciones peso – longitud de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* entre tratamientos, coincidió con el análisis de varianza para la primera especie, pero no para el caso de la segunda, aunque ésta sólo manifestó diferencia en el crecimiento el último mes de cultivo.

La tipificación de crecimiento isométrico para “paco” y “tilapia híbrida” en ambos tratamientos, manifestó la no afectación de la densidad de siembra sobre el crecimiento, coincidiendo con el análisis de varianza.

El factor de condición alométrico comparativo, evidenció una relación directa entre el crecimiento y la densidad poblacional, es decir, a mayor densidad mayor

crecimiento, ratificando el efecto positivo de este parámetro sobre el crecimiento de los peces.

Los mejores valores del mérito económico y del retorno por sol invertido, correspondieron a la densidad de 5 peces/m², coincidiendo con el mayor crecimiento, mayor rendimiento y el mejor factor de conversión y eficiencia alimenticia.

Las características físico-químicas del agua de los estanques ostentaron valores muy similares entre los tratamientos, evidenciando una homogeneidad que no interfirió con el factor (densidad de siembra) motivo del experimento.

La tendencia de la temperatura del agua superficial de los estanques de cultivo, a disminuir sus valores con el avance del proceso de cultivo, estuvo relacionada con los cambios estacionales que abarcó el mismo (marzo-julio): Verano-Otoño-Invierno. Sin embargo sus valores se encontraron dentro del rango adecuado para piscicultura tropical: 20°C – 28°C (Boyd, 1990). En el caso de *P. brachypomus*, las temperaturas observadas no encuadraron totalmente dentro del rango de buen crecimiento para esta especie que está entre 25 y 32°C (OLDEPESCA, 2010, en Clavijo, 2011), sobre todo en los meses finales del policultivo.

Los valores de pH del agua de los estanques se encontraron dentro del rango óptimo de crecimiento para *C. macropomum*, pez emparentado con *P. brachypomus*, que de acuerdo a Eufrazio y Palomino (2004), está entre 7 y 8; igualmente, estuvieron entre 6,5 y 9 considerado como óptimo para la producción de peces (Boyd, 1990); tipificándose como aguas ligeramente alcalinas que de acuerdo a Huet (1998), son las mejores aguas piscícolas.

El oxígeno disuelto en el agua, mayormente se encontró por encima de 4 y 6 mg/L, salvo en el último mes de cultivo que disminuyó a 3,5 mg/L, consecuentemente se ubicó por encima de los niveles recomendados para el cultivo de *P. brachypomus*, que según Serna (2014), debe ser mayor de 3mg/L, igualmente estuvo por encima del nivel de oxígeno adecuado para el cultivo de *Oreochromis spp.*, que de acuerdo a Boyd (1990), es de 5 mg/L.

La disminución de la temperatura y concentración de oxígeno disuelto del agua de los estanques con el paso del tiempo, habría incidido sobre el crecimiento de los peces, pues el análisis de las tasas de incremento mensual evidencia también un descenso de las mismas hacia la finalización del policultivo.

V. CONCLUSIONES

1. La densidad de siembra del policultivo intensivo no afectó el crecimiento de *P. brachypomus*, pero si el crecimiento de *Oreochromis spp.*, aunque ambas especies crecieron más en la densidad mayor (5 peces/m²).
2. El mejor rendimiento económico guardó relación directa con la producción, el factor de conversión y la eficiencia alimentaria.
3. La relación peso – longitud y el factor de condición reflejaron el efecto de la densidad poblacional sobre el crecimiento de *P. brachipomus* y *Oreochromis spp.*
4. Los parámetros físico – químicos del agua se encontraron dentro los niveles adecuados para el cultivo de ambas especies.

VI. RECOMENDACIONES

1. Experimentar policultivo intensivo de *P. brachypomus* y *Oreochromis spp.* incrementando la densidad de siembra de *P. brachypomus* a 1,5 peces/m², 2,0 peces/m² y 2,5 peces/m², manteniendo la densidad de siembra de *Oreochromis spp.* en 4 peces/m².

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Barroso, V. (2012). Evaluación de tres tipos de alimento en el crecimiento preliminar de la "Cachama blanca" (*Piaractus brachypomus*) en la localidad de Santa Clara, provincia de Pastaza, Ecuador, Tesis. Ing. Agropecuario. Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, 60 pp.
- Boyd, C. (1990). Water quality in ponds for aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University Alabama, 482 pp.
- Buendía, F. (1989). Policultivo en dos densidades de carga de *Trichomycterus punctulatus* "Life" y *Mugil cephalus* "Lisa" suplementados con polvillo, Tesis Lic. Blgo. Pesq. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 45 pp.
- Cerdán, M. y L. Sánchez. (2014). Crecimiento de *Macrobrachium inca* "Camarón de río" en cuatro densidades de siembra en policultivo con *Dormitator latifrons* "Pocoche" y *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* "Tilapia híbrida" en estanques seminaturales, Tesis Lic. Blgo. Pesq. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 53 pp.
- Clavijo, L. (2011). Determinación de la metodología para la determinación de la digestibilidad de materias primas no convencionales en Cachama blanca *Piaractus brachypomus*, Tesis Grado de Magister, Universidad Nacional de Colombia, Palmira-Colombia, 76 pp. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6596/1/7408502.2011.pdf>
- Eufracio, P. y A. Palomino. (2004). Manual de Cultivo de Gamitana, Fondo de Desarrollo Pesquero, Lima – Perú, 101 pp.
- Huet, M. (1998). Tratado de Piscicultura, 4ta, Edición, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, 735 pp.
- López, J. y V. Lora (1989 a). Policultivo en cinco densidades de siembra de "Lisa" *Mugil cephalus*, "Life" *Trichomycterus punctulatus* y "Tilapia híbrida" (*Oreochromis niloticus* hembra x *O. hornorum* macho) suplementado con polvillo de arroz, Univ. Nac. "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 25 pp.
- López, J. y V. Lora (1989 b). Policultivo en cinco densidades de siembra de "Lisa" *Mugil cephalus*, "Life" *Trichomycterus punctulatus* y "Tilapia híbrida" (*Oreochromis*

- niloticus hembra x O. hornorum macho*) suplementado con purina, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 38 pp.
- López, J. y V. Lora (1990). Policultivo de "Lisa" *Mugil cephalus*, "Life" *Trichomycterus punctulatus* y "Tilapia híbrida" (*Oreochromis niloticus hembra x O. hornorum macho*) suplementado con cuatro índices alimentarios de polvillo de arroz, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque – Perú, 47 pp.
- López, J. y V. Lora (2013). Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* "Life" en tres densidades de siembra en un cultivo intensivo con recirculación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 35 pp.
- López, J. y V. Lora (2013). Crecimiento de *Dormitator latifrons* "Pocoche" en tres densidades de siembra en un cultivo intensivo con recirculación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 35 pp.
- López, J. y V. Lora (2013). Policultivo en tres densidades de siembra de *Colossoma macropomum* "Gamitana" y *Oreochromis spp.* (*O. niloticus* Var. *Stirling* x *O. aureus*) "Tilapia híbrida" en un sistema intensivo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 31 pp.
- López, J. y V. Lora, J. Barturen, M. Correa, M. Fernández, I. Guevara, L. Juarez y F. Solis (2011). Crecimiento de "Tilapia híbrida" (*Oreochromis niloticus* var. *Stirly* x *Oreochromis aureus*), "Pacotana" (*Colossoma macropomum* x *Piaractus brachypomus*) y "Pocoche" (*Dormitator latifrons*) en policultivo en diferentes densidades de siembra, en estanques seminaturales, Univ. Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Perú, 43 pp.
- Negret, E. (1993). El Estado Actual de la Acuicultura en Colombia y Perfiles de Nutrición y Alimentación, Bogotá-Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB487S/AB487S05.htm>
- Ostle, B. (1994). Estadística aplicada: técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarla, Edit. Limusa; México 629 pp.
- Pineda, M. (2012). Serie Alimento para Tilapias Calculando el alimento para mis tilapias usando el FCA. Disponible en: <http://pisciculturaglobal.com/2012/09/serie-alimento-para-tilapias-calculando.html>

- Racchumí, M. (2013). Crecimiento de *Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus* "Tilapia híbrida" en dos densidades de siembra en un sistema de cultivo intensivo en estanques artificiales, Tesis Licenciado en Biología-Pesquería, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque-Perú, 42 pp.
- Rebaza, C., E. Villafana, M. Rebaza y C. Deza (2000). Influencia de tres densidades de siembra en el crecimiento de *Piaractus brachypomus* "Paco" en segunda fase de alevinaje en estanques seminaturales, Folia amazónica vol. 13 (1-2)-2002, 128 pp.
- Rivera, P. y J. Vega. (2013). Crecimiento de *Trichomycterus punctulatus* "Life", "Pocoche" y *Oreochromis niloticus* x *O. aureus* "Tilapia híbrida" en policultivo en dos densidades de siembra en estanques seminaturales, Tes. Lic. Biología-Pesquería, U.N.P.R.G. Lambayeque-Perú, 42 pp.
- Sandoval, M. (2004). Crecimiento del híbrido *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818) x *Colossoma macropomum* (Cuvier 1818) paco x gamitana alimentado con maíz amarillo duro (*Zea mays*), Universidad Nacional de Piura, Instituto de Investigación y Promoción para el desarrollo Revista Científica, Volumen 11 numero (1) Enero 2006, 66 pp.
- Serna, A. (2014). Generalidades Zootécnicas de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus* o *Colossoma bidens*) y Cachama negra (*Colossoma macropomum*), Producción Piscícola, Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 22 pp. Disponible en: <http://es.slideshare.net/aserbavi/generalidades-cachama>.
- Snedecor, G. and W. Cochram (1967). Statistical methods, 6th. Edic. Iowa State University Press, Ames – Iowa, 593 pp.
- Sokal, R. y J. Rohlf, (1979). Biometría: Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica, H. Blume Ediciones, Madrid-España, 832 pp.
- Steel, R. y J. Torrie (1988). Bioestadística: Principios y Procedimientos. 2da. Edición. Mc.Graw Hill. Mexico, 622pp.
- Tafur, J., F. Alcántara, M. Del Águila, R. Cubas, L. Mori-Pinedo y F. Chu-Koo, (2009). "Paco" *Piaractus brachypomus* y "Gamitana" *Colossoma macropomum* criados en Policultivo con el Bujurqui-Tucunare *Chaetobranchius semifasciatus* (Cichlidae), Universidad Nacional de la Amazonia Peruana-Iquitos. 72 pp.
- Zar, J. (1996). Análisis Bioestadístico. Tercera Edición. Editorial Prentice Hall, Estados Unidos, 662 pp.